CONCENTRATIONS D'INSECTICIDES DANS L'AIR AUX SITES DE TRAVAIL LORS DES PULVÉRISATIONS AÉRIENNES CONTRE LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE, EN 1985

Québec

88-00618/

CONCENTRATIONS D'INSECTICIDES DANS L'AIR AUX SITES DE TRAVAIL LORS DES PULVERISATIONS AERIENNES CONTRE LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'EPINETTE, EN 1985

Luc Major, biologiste
Ghislain Rousseau, tech. eau et assain.

Service des études environnementales

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES RESSOURCES
DIRECTION DE LA CONSERVATION

Québec, Mars 1987

74

Dépôt légal - 2e trimestre 1987
Bibliothèque nationale
ISBN 2-550-17308-2

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier l'équipe de travail impliquée dans cette étude:

Madame Pierrette Cardinal, microbiologiste

Monsieur Michel Carmichael, tech. de laboratoire

Monsieur Louis Chabot, tech. de laboratoire

Madame Anne Laroche, secrétaire

Monsieur Guy Mamarbachi, chimiste

Madame Hélène Marquis, tech. eau et assain.

Madame Nicole Nadeau, tech. de laboratoire

RESUME

Dans le cadre des pulvérisations d'insecticides contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, des échantillons d'air ont été prélevés en 1985 à différents postes de travail sur la base d'opérations de Mont-Joli afin d'évaluer l'exposition des travailleurs aux insecticides chimiques et biologiques.

Les concentrations de fénitrothion varient de 0,09 à 0,34 $\mu g/m^3$ d'air dans la salle d'habillage, de 0,02 à 2,20 $\mu g/m^3$ au poste de chargement et de 0,06 à 58,8 $\mu g/m^3$ dans les avions. En ce qui a trait aux insecticides biologiques à base de B.t., les niveaux mesurés varient de 260 à 18 020 U.F.C./m^3 d'air dans la salle d'habillage et de 20 à 10 530 U.F.C./m^3 dans la zone de chargement du produit.

Une relation a été observée entre les concentrations détectées d'une part et l'occurrence de légers déversements ou le remplissage des avions d'autre part. A l'exception d'une concentration de fénitrothion détectée suite à un incident, les niveaux de produit mesurés sont très faibles et ne présenteraient que peu de risques pour la santé des travailleurs.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS iii

RESUME v

TABLE DES MATIÈRES vii

LISTE DES TABLEAUX viii

1. INTRODUCTION 1

2. METHODOLOGIE 3

2.1 Préparations d'insecticides 3
2.2 Echantillonnage de l'air: Insecticide chimique 3
2.3 Echantillonnage de l'air: Insecticide biologique 4
2.4 Méthode analytique: Insecticide chimique 4
2.5 Méthode analytique: Insecticide biologique 5

3. RESULTATS 7

3.1 Insecticide chimique 7
3.2 Insecticide biologique 7

4. DISCUSSION 11

BIBLIOGRAPHIE 13

ANNEXE: Composition de la gélose nutritive et du Tween 80 15

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: Concentrations d'insecticide chimique (fénitrothion) détectées dans l'air aux sites de travail..... 8

TABLEAU 2: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans l'air aux sites de travail..... 9

1. INTRODUCTION

Dans le but de réduire les dommages causés aux peuplements de résineux par la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana Clem.), le ministère de l'Energie et des Ressources a entrepris en juin 1985 une seizième opération de pulvérisations aériennes d'insecticides.

Les pulvérisations de 1985 ont couvert une superficie de 667 418 hectares répartis dans les régions du Saguenay-Lac St-Jean, de la Côte-Nord, de Québec et du Bas St-Laurent - Gaspésie. La majeure partie de cette superficie (72%) a été traitée à l'insecticide biologique et le reste du territoire (28%) était traité à l'insecticide chimique.

Un programme de grande envergure comme celui-ci implique l'entreposage et la manipulation de fortes quantités d'insecticides. A certains postes de travail, des employés du Ministère et des contractants peuvent donc être en contact avec les produits utilisés. Le personnel assigné au chargement des avions et les équipages d'aéronefs affectés à la pulvérisation font partie de ce groupe de travailleurs. Dans le but d'évaluer l'exposition éventuelle de ces travailleurs aux insecticides chimiques fénitrothion et aminocarbe, des prélèvements d'air avaient été effectués en 1984 à la base de Bonaventure et dans des avions de pulvérisation (Major et Rousseau, 1984). Même si les résultats semblaient démontrer le caractère sécuritaire de ces postes de travail, ce rapport demeurait préléminaire à cause du faible nombre d'échantillons et de la courte période pendant laquelle ces échantillons ont été récoltés.

Afin de compléter les résultats acquis en 1984, des échantillons d'air ont été prélevés au printemps 1985 à la base de Mont-Joli et à l'intérieur de deux quadrimoteurs affectés à cette base. Comme l'aminocarbe n'a pas été utilisé en 1985, les deux produits qui ont fait l'objet du programme et dont traite ce rapport sont le fénitrothion et le Bacillus thuringiensis (B.t.). Ce rapport présente les résultats de cette étude ainsi que leur signification quant à l'exposition des travailleurs impliqués.

2. METHODOLOGIE

2.1 Préparations d'insecticides

Pour la base d'opérations qui fait l'objet de cette étude, soit celle de Mont-Joli, les pulvérisations chimiques se sont déroulées du 12 juin au 2 juillet alors que les pulvérisations biologiques ont été effectuées entre le 8 juin et le 5 juillet. L'insecticide chimique utilisé est le fénitrothion (Sumithion^{MD}) dont la bouillie finale est constituée des produits suivants: 11,3% de fénitrothion technique: 40% de cyclosol 63 ; 48,2% de diluant 585 et 0,5% de colorant rouge. L'insecticide biologique pulvérisé en 1985 est le Thuricide^{MD} 48LV pur. Ce produit est à base de spores et de cristaux de la bactérie Bacillus thuringiensis var. kurstaki.

2.2 Echantillonnage de l'air: Insecticide chimique

Durant le programme de pulvérisations, soit du 15 au 30 juin, des prélèvements d'air ont été effectués à deux endroits sur la base de Mont-Joli et dans deux avions affectés à cette base.

Tous les prélèvements sont faits à l'aide de pompes portatives Dupont^{MD} P-4000 ou Gilian^{MD} HFS113A réglées à un débit de 3 litres/minute. Chaque pompe est munie d'un capteur constitué de mousse polyuréthane; celle-ci est préalablement découpée au laboratoire en pièces cylindriques de 4cm x 0,5cm puis lavée à l'acétate d'éthyle pendant 6 heures au soxhlet. Elle est ensuite introduite dans un tube de verre de même diamètre et comprimée à une longueur de 2 cm. Le tube est alors enveloppé dans une feuille d'aluminium jusqu'à son utilisation. Des tests effectués sur ces capteurs ont révélé une efficacité de rétention et de récupération très satisfaisante pour le fénitrothion (Major et al., 1984).

Deux endroits ont été surveillés à la base de Mont-Joli, soit la zone de chargement du fénitrothion et le local utilisé pour l'habillage et la pause des travailleurs. A ces endroits, les pompes sont installées à environ 1,5m du sol et fonctionnent du début à la fin d'une période de travail. La durée de l'échantillonnage varie de 35 à 269 minutes. Deux avions quadrimoteurs assignés à cette base, soit un L-749 et un DC-4, ont également fait l'objet de prélèvements. Ces avions, opérés par la compagnie Conifair Aviation, ont respectivement une capacité de chargement de 11 700 et 11 000 litres. L'échantillonnage est effectué dans la cabine de pilotage ou dans la section des réservoirs. Les pompes sont fixées à la structure de l'appareil et mises en marche lors du chargement de l'insecticide. Leur arrêt se fait au retour de l'avion à la base après la période de pulvérisation. Plusieurs prélèvements proviennent toutefois d'avions chargés de fénitrothion mais demeurés au sol. Les durées de prélèvement dans les avions-citernes varient de 20 à 336 minutes.

2.3 Echantillonnage de l'air: Insecticide biologique

Les échantillons ont également été prélevés du 15 au 30 juin à deux endroits sur la base, soit la zone de chargement du B.t. et la salle d'habillage des employés. Aucune mesure n'a été faite dans les avions-citernes.

Le matériel et la méthodologie sont les mêmes qu'à la section précédente à l'exception du capteur. Ce dernier est une cartouche d'analyse microbiologique fabriqué par Millipore^{MD} et contenant une membrane filtrante d'une porosité de 0,45 µ. La durée des prélèvements varie de 38 à 269 minutes.

2.4 Méthode analytique: Insecticide chimique

L'extraction du fénitrothion est effectuée selon la technique d'extraction de l'acéphate publiée par Wright et al. (1981) après quelques modifications.

La mousse est déposée dans un bécher de 100 ml puis immergée dans 15 ml d'acétate d'éthyle. Le contenu est macéré pendant cinq minutes, puis le liquide est décanté dans un ballon de 500 ml tout en pressant la mousse contre les parois du bécher. L'extraction (immersion, macération et décantation) est répétée cinq fois successivement où 15 ml d'acétate d'éthyle sont utilisés pour chaque extraction. A l'aide d'un évaporateur rotatif, l'extrait est concentré à environ 1 ml, auquel on ajoute une dizaine de millilitres de benzène, puis concentré de nouveau à un volume de 2 à 3 ml. Le concentré est transvasé dans un tube centrifuge de 5 ml et évaporé à 0,3 ml dans un faible courant d'azote.

L'identification et le dosage sont effectués à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse Hewlett Packard, modèle 5730A, équipé d'un double détecteur spécifique à l'azote et au phosphore (NPD). Les colonnes utilisées sont en pyrex de 180 cm de long par 2 mm de diamètre intérieur, imprégnées de 4 % OV-101 et 6% OV-210 sur Gaz Chrom Q (80-100 mailles) pour identification et de 3% OV-17 sur le même support pour confirmation. Les températures des différents compartiments et les débits des gaz sont les suivants:

- Température (°C)	:	Four	190
	:	Injection	250
	:	Détecteur	300
- Débits des gaz (ml/minute)	:	Hélium	30
	:	Air	80
	:	Hydrogène	3

Les analyses sont effectuées au laboratoire de chimie du Service des études environnementales du MER.

2.5 Méthode analytique: Insecticide biologique

Après avoir retiré la feuille d'alumimium recouvrant le module, l'extérieur de celui-ci est nettoyé à l'alcool afin d'éviter les risques de contamination. Le filtre est prélevé avec des pinces préalablement flambées à l'alcool et déposé dans 25 ml de diméthylsulfoxide (DMSO). La préparation est ensuite

placée sur agitateur mécanique durant 15 minutes afin de permettre la dissolution complète du filtre. Signalons que suite à des tests réalisés au laboratoire de microbiologie du MER, ce produit s'est révélé inoffensif pour les spores de B.t.. Après agitation, deux volumes de 10 ml et un de 5 ml sont filtrés à l'aide de filtres Nuclépore^{MD} dont la porosité est de 0,45 µ. Ces filtres sont alors déposés sur gélose nutritive[1] et incubés pendant 24 heures à 37°C. Le décompte des colonies n'est effectué que pour les pétris comptant entre 20 et 80 colonies. Seules les colonies présentant les caractéristiques du B.t. sont considérées (beiges, plates et d'apparence rugueuse).

La partie supérieure du module est rincée avec trois volumes de 50 ml de Tween 80[1] stérile. Ce volume de rinçage est ensuite analysé selon la méthode décrite précédemment. Les volumes de filtration sont de 1, 10 et 100 ml.

Trois aliquotes de 0,1 ml sont également prélevées et étalées directement sur gélose nutritive. La solution restante est conservée à 4°C en cas de reprise de l'analyse.

Le résultat final est déterminé par l'addition des quantités mesurées sur le filtre et celles détectées sur le module. Mentionnons que les analyses ont été effectuées au laboratoire de microbiologie du M.E.R. et que la méthodologie analytique détaillée est décrite dans Cardinal (1986).

---

[1] La composition de ces produits est détaillée à l'annexe.

3. RESULTATS

3.1 Insecticide chimique

Au total, 18 périodes de travail ont été surveillées et ont permis de récolter 18 échantillons dans la zone de chargement, 13 dans la salle d'habillage des travailleurs et 29 dans les avions affectés aux pulvérisations chimiques.

Le fénitrothion a été détecté dans tous les échantillons prélevés et les résultats apparaissent au tableau 1.

Les concentrations varient de 0,09 à 0,34 $\mu g/m^3$ d'air à la salle d'habillage, de 0,02 à 2,20 $\mu g/m^3$ au poste de chargement et de 0,06 à 58,8 $\mu g/m^3$ dans les avions de pulvérisation.

3.2 Insecticide biologique

En tout, 16 périodes de travail ont fait l'objet d'échantillonnage, ce qui a permis d'obtenir 16 échantillons au poste de chargement et 13 dans l'aire de repos.

Le B.t. a également été détecté dans tous les échantillons prélevés aux deux postes étudiés. Dans la salle d'habillage, qui sert également à la pause des travailleurs, les concentrations varient de 260 à 18 020 U.F.C.*/m^3 d'air. Pour les échantillons récoltés dans la zone de chargement, les concentrations retrouvées sont de 20 à 10 530 U.F.C./m^3 d'air (tableau 2).

*U.F.C.: Unités formant des colonies. Ces dernières peuvent provenir d'une seule ou de plusieurs spores.

TABLEAU 1: Concentrations d'insecticide chimique (fénitrothion) détectées dans l'air aux sites de travail

DATE	ZONE DE CHARGEMENT DUREE (mn)	ZONE DE CHARGEMENT CONCENTRATION µg/m³	SALLE D'HABILLAGE DUREE (mn)	SALLE D'HABILLAGE CONCENTRATION µg/m³	AVION NO 2 DUREE (mn)	AVION NO 2 CONCENTRATION µg/m³	AVION NO 12 DUREE (mn)	AVION NO 12 CONCENTRATION µg/m³
85-06-15 am	173	0,02			171	0,63*		
85-06-15 pm	96	0,05						
85-06-16 am	65	0,03			42	0,26*(1)		
85-06-16 pm	269	0,14			171	58,80*		
85-06-17 pm	220	0,55			140	4,64		
85-06-20 pm	212	0,08	219	0,22	120	3,74	235	0,06
85-06-21 pm	223	2,20	246	0,20	220	0,40	120	0,15
85-06-22 am	211	0,20	231	0,09	189	2,57	158	0,13
85-06-22 pm	45	0,90	147	0,18	132	7,31 (1)	135	0,26 (1)
85-06-23 pm	93	1,49	108	0,19	80	2,26 (1)	89	0,63 (1)
85-06-25 am	35	0,03	60	0,20	28	1,40 (1)	20	0,13 (1)
85-06-25 pm	59	0,04	82	0,17	56	2,27 (1)	82	0,09 (1)
85-06-26 pm	88	0,06	107	0,18	81	1,81 (1)	95	0,08 (1)
85-06-27 am	216	0,87	250	0,15	183	1,23	336	0,75
85-06-27 pm	105	0,09	122	0,16			105	0,49 (1)
85-06-28 am	60	0,04	76	0,25	46	0,82 (1)	57	0,48 (1)
85-06-28 pm	94	0,07	109	0,15	78	6,88 (1)	87	0,64 (1)
85-06-30 pm	217	1,27	238	0,34	212	3,29	213	0,50

* Ces échantillons ont été pris dans la section des réservoirs de l'aéronef contrairement aux autres qui ont été prélevés dans la cabine de pilotage.

(1) Avion demeuré au sol.

TABLEAU 2: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans l'air aux sites de travail

DATE	ZONE DE CHARGEMENT		SALLE D'HABILLAGE	
	DUREE (mn)	CONCENTRATION UFC/m^3 ($x10^3$)	DUREE (mn)	CONCENTRATION UFC/m^3 ($x10^3$)
85-06-15 am	103	10,53		
85-06-16 am	65	0,49		
85-06-16 pm	269	2,49		
85-06-20 pm	224	0,10	249	7,26
85-06-21 pm	224	0,07	246	4,95
85-06-22 am	228	4,10	231	0,26
85-06-22 pm	145	0,45	147	3,07
85-06-23 pm	98	0,08	108	1,32
85-06-25 am	38	0,04	60	4,85
85-06-25 pm	77	0,02	80	1,97
85-06-26 pm	98	0,05	107	1,60
85-06-27 am	199	0,06	250	1,77
85-06-27 pm	115	0,66	122	1,58
85-06-28 am	69	0,29	76	18,02
85-06-28 pm	101	0,20	109	3,48
85-06-30 pm	224	0,22	238	5,22

4. DISCUSSION

Les concentrations de fénitrothion les plus faibles et les plus constantes ont été détectées dans la salle d'habillage ($\bar{x}$ = 0,19 µg/m^3). Ces résultats sont cohérents avec le fait que cet endroit ne constitue pas une source de contamination directe mais un local où peuvent être entreposés des vêtements et du matériel contaminé. L'avion no. 12 présente un cas similaire car les concentrations de fénitrothion y sont faibles ($\bar{x}$ = 0,34 µg/m^3) et constantes, indépendamment que l'avion ait effectué ou non une sortie pour application. Ceci révèle, dans les conditions normales d'opération, l'étanchéité des réservoirs et l'efficacité du système de pompage en circuit fermé. Dans la zone de chargement, la moyenne des concentrations n'est guère plus élevée ($\bar{x}$ = 0,45 µg/m^3) mais ces dernières sont beaucoup plus variables. Une vérification des activités dans cette zone a révélé une relation entre les plus fortes concentrations détectées d'une part et l'occurrence de légers déversements ou le remplissage des avions d'autre part. Par exemple, la plus forte concentration détectée à cet endroit, soit 2,20 µg/m^3, correspond au remplissage de deux avions et à une légère fuite au poste de chargement.

L'aéronef no.2 représente un cas à part. Le 16 juin, un déversement s'est produit à l'intérieur de l'avion suite à un bris d'équipement. Cet incident a résulté en une concentration maximale de 58,8 µg/m^3 dans la section arrière de l'avion. Par la suite, quelques autres fuites de moindre importance se sont produites dans cet appareil et ont contribué à maintenir fréquemment le niveau au-dessus de 1 µg/m^3. Notons que les plus fortes concentrations ont été mesurées en fin d'après-midi. Une des explications possibles est l'augmentation de la température à l'intérieur de l'appareil qui favoriserait l'évaporation du produit échappé lors des fuites précédentes.

En ce qui a trait aux insecticides biologiques, les concentrations de B.t. mesurées aux deux sites sont variables. Dans la zone de chargement du produit dans les avions, les trois plus fortes valeurs détectées correspondent à des périodes où il y a eu remplissage des réservoirs d'avions.

Pour évaluer la signification toxicologique des résultats cités précédemment, nous considérerons les valeurs maximales détectées. Si l'on considère un travailleur de 70 kg respirant à un débit de 30 l/mn et travaillant 7 heures/jour dans la zone de chargement, celui-ci absorbera 0,0004 mg/kg de poids corporel, soit une dose 7,5 fois inférieure à la norme quotidienne acceptable de 0,003 mg/kg établie par l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S., Dr. Vettorazzi, comm. pers., 1986). Quant à la concentration de 58,8 $\mu g/m^3$ mesurée dans l'avion no.2 suite à une fuite accidentelle, en utilisant les hypothèses énumérées ci-haut, la dose absorbée serait alors de 0,01 mg/kg. Cette quantité est 10 fois plus faible que la dose sans effet par ingestion chez l'humain (Nosal et Hladka, 1968) et 21 fois plus faible que la dose sans effet par inhalation chez le rat (Breckenridge et al., 1982). En ce qui a trait aux insecticides biologiques, ces produits ne présentent que des risques négligeables pour l'humain ou les vertébrés en général (Major et al., 1985; Dugal, 1986).

Les résultats exposés ci-dessus sont très semblables à ceux obtenus en 1984; à la lumière de ces deux années d'étude, il appert que les concentrations ambiantes d'insecticides aux différents postes de travail ne représenteraient que peu de risques pour les employés affectés aux pulvérisations. Toutefois, il est important de mentionner que dans le cas de certaines concentrations accidentelles, les facteurs de sécurité entre la dose mesurée et la dose sans effet peuvent être beaucoup plus faibles. Il est donc important de limiter l'occurrence de telles concentrations par une supervision adéquate des équipements et des méthodes de travail.

BIBLIOGRAPHIE

BRECKENRIDGE, C., M. PESANT, H.D. DURHAM et D.J. ECOBICHON, 1982. "A 30-Day Toxicity Study of Inhaled Fenitrothion in the Albino Rat." Toxicol. Appl. Pharmacol. 62: 32-43.

CARDINAL, P., 1986. Cahier des méthodologies analytiques pour le Bacillus thuringiensis. Division de la microbiologie, Service des études environnementales, ministère de l'Energie et des Ressources, Gouvernement du Québec. 29 pp.

DUGAL, J., 1986. Evaluation des effets de l'insecticide biologique Bacillus thuringiensis Berliner sur la faune vertébrée du Québec. Service des études écologiques, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Gouvernement du Québec. 47 pp.

MAJOR, L., G. MAMARBACHI, G. ROUSSEAU, N. St-LOUIS, et T. ADLEY, 1984. Surveillance des pulvérisations aériennes d'insecticides contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, en 1983: Echantillonnage de l'air. Division environnement et sécurité, Service d'entomologie et de pathologie, ministère de l'Energie et des Ressources. Gouvernement du Québec. 30 pp.

MAJOR. L., G. ROUSSEAU, 1984. Résidus d'insecticides chimiques dans l'air à la base d'opération de Bonaventure, dans les avions et au laboratoire d'entomologie de Québec. Division environnement et sécurité, Service gie et pathologie, ministère de l'Energie et des Ressources, Gouvernement du Québec. 30 pp.

MAJOR, L., G. ROUSSEAU et B. LAMONTAGNE, 1985. Surveillance des pulvérisations aériennes d'insecticides contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, au Québec, en 1984: Concentrations d'insecticides biologiques dans l'air de deux agglomérations urbaines de la région 01. Division de l'environnement et sécurité, Service entomologie et pathologie, ministère de l'Energie et des Ressources, Gouvernement du Québec. 52 pp.

NOSAL, M. et A. HLADKA, 1968. "Determination of the Exposure to Fenitrothion (0,0 dimethyl- 0 - (3 - methyl - 4 - nitrophenol thiophosphate) on the Basis of the Excretion of p-nitro-m-cresol by the Urine of the Persons Tested." Int. Arch. Gerverbe path. Gerverbekyg. 25: 28-38.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE. Communication personnelle avec Dr. Vettorazzi, novembre 1986.

WRIGHT, C.G., R.B. LEIDY et H.E. DURPEE JR., 1981. "Insecticides in the Ambient Air of Rooms Following Their Application for Control Pests. Bull. Environ, Contam. Toxicol. 26: 548.

ANNEXE

Composition de la gélose nutritive et du Tween 80

Gélose nutritive (Nutrient Agar)

	Par litre d'eau distillée
- Extrait de boeuf	3,0 g
- Peptone	5,0 g
- Agar	15,0 g

Tween 80

Polyoxyéthylène sorbitane monooléate 0,1 % à pH 7,2.

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Service des études environnementales